

Application No. 10/644,222
Paper Dated: October 8, 2003
In Reply to USPTO Correspondence of N/A
Attorney Docket No. 2999-031604

Customer No. 28289



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Computer Art Unit : 2855
Application No. : 10/644,222
Applicants : **Yukimitsu SEKIMORI et al.**
Filed : August 19, 2003
Title : **CONVERTER AND METHOD OF
MANUFACTURING THE SAME**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

MAIL STOP PATENT APPLICATION

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

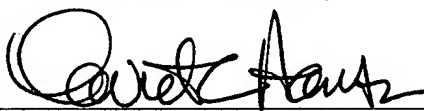
Sir:

Attached hereto is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-239047 which corresponds to the above-identified United States application and which was filed in the Japanese Patent Office on August 20, 2002.

The priority benefits provided by Section 119 of the Patent Act of 1952 are claimed for this application.

Respectfully submitted,

WEBB ZIESENHEIM LOGSDON
ORKIN & HANSON, P.C.

By 

David C. Hanson, Reg. No. 23,024
Attorney for Applicants
700 Koppers Building
436 Seventh Avenue
Pittsburgh, PA 15219-1818
Telephone: 412/471-8815
Facsimile: 412/471-4094

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-239047

[ST.10/C]:

[JP 2002-239047]

出 願 人

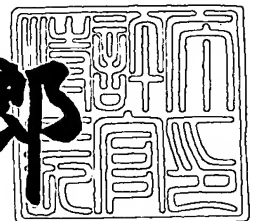
Applicant(s):

長野計器株式会社

2003年 7月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3052436

【書類名】 特許願

【整理番号】 NKS0238

【提出日】 平成14年 8月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01L 9/12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区東馬込 1 - 3 0 - 4 長野計器株式会社内

【氏名】 関森 幸満

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区東馬込 1 - 3 0 - 4 長野計器株式会社内

【氏名】 上原 大司

【特許出願人】

【識別番号】 000150707

【氏名又は名称】 長野計器株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079083

【弁理士】

【氏名又は名称】 木下 實三

【電話番号】 03(3393)7800

【選任した代理人】

【識別番号】 100094075

【弁理士】

【氏名又は名称】 中山 寛二

【電話番号】 03(3393)7800

【選任した代理人】

【識別番号】 100106390

【弁理士】

【氏名又は名称】 石崎 剛

【電話番号】 03(3393)7800

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 021924

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 変換器およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 検出面を有する第 1 の基板と、この第 1 の基板の検出面に空隙を介して設けられかつ前記第 1 の基板に対して変位可能な可動電極と、前記第 1 の基板の検出面に設けられた固定電極と、前記可動電極に導通された第 1 の信号取出部とを備えた変換器であって、

前記第 1 の信号取出部は、高耐食性を有する金属で形成され、

前記可動電極は、抵抗値を下げる元素を含有させることにより抵抗率が $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とされた単結晶シリコンをドライエッチングすることにより形成されていることを特徴とする変換器。

【請求項 2】 検出面を有する第 1 の基板と、この第 1 の基板の検出面に空隙を介して設けられかつ前記第 1 の基板に対して変位可能な可動電極と、前記第 1 の基板の検出面に設けられた固定電極と、前記可動電極に導通された第 1 の信号取出部とを備えた変換器であって、

前記第 1 の信号取出部は、高耐食性を有する金属で形成され、

前記可動電極は、抵抗値を下げる元素を含有させることにより抵抗率が $0.005 \sim 1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ とされた単結晶シリコンをウェットエッチングすることにより形成されていることを特徴とする変換器。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の変換器において、

前記可動電極を形成するシリコンは、伝導型が p 型とされていることを特徴とする変換器。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれかに記載の変換器において、

前記第 1 の信号取出部を形成する金属は、チタンとされていることを特徴とする変換器。

【請求項 5】 請求項 1 から 4 のいずれかに記載の変換器において、

前記可動電極の前記第 1 の基板の検出面に対向する面とは反対側に空隙を介して設けられた第 2 の基板を備え、

前記第 2 の基板には、前記第 1 の基板の側面よりも延出した延出部が設けられ

前記第 1 の信号取出部は、前記延出部の前記第 1 の基板側の表面から、前記第 1 の基板の検出面と反対側の表面にかけて設けられていることを特徴とする変換器。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の変換器において、

前記第 1 の信号取出部には、ワイヤボンダッドが設けられ、このワイヤボンダッドは、少なくとも 2 つの層を有し、下層部は、前記第 1 の信号取出部を形成する金属の表面の酸化膜との接合性が良好な金属で形成され、上層部は、前記下層部に対して接合性が良好でかつボンディング性良好な高耐食性を有する金属で形成されていることを特徴とする変換器。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれかに記載の変換器において、

前記可動電極の面であって前記第 1 の基板の検出面に対向する面とは反対側の面に測定圧力が導入される静電容量型圧力センサチップであることを特徴とする変換器。

【請求項 8】 請求項 5 または 6 に記載の変換器の製造方法であって、

前記第 1 および第 2 の基板と可動電極とを陽極接合した後に、前記第 1 の信号取出部をマスク蒸着によって形成することを特徴とする変換器の製造方法。

【請求項 9】 請求項 6 に記載の変換器の製造方法であって、

前記第 1 および第 2 の基板と可動電極とを陽極接合した後に、前記ワイヤボンダッドの下層部をマスク蒸着によって形成した後、このワイヤボンダッドの下層部の表面を酸化状態とすることなく、連続して前記ワイヤボンダッドの上層部を形成することを特徴とする変換器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば、液体、気体の圧力、加速度、温度等の一の状態量を電気信号等の他の状態量に変換する変換器およびその製造方法に関する。

【0002】

【背景技術】

従来、一の状態量を他の状態量に変換する変換器としては、例えば、圧力を電気信号に変換する圧力センサが知られている。

図 1 0 および図 1 1 には、従来例に係る圧力センサ 1 1 0 の全体斜視図および分解斜視図が示されている。

圧力センサ 1 1 0 は、ガラス等の絶縁性材料で形成された上基板 1 3 0 および下基板 1 4 0 と、これら上、下基板 1 3 0、1 4 0 間に空隙を介して設けられるとともに、上、下基板 1 3 0、1 4 0 に対して変位可能とされ、かつ、シリコンで形成された可動電極 1 2 0 と、この可動電極 1 2 0 と対向する上基板 1 3 0 の検出面 1 3 0 A に設けられた固定電極 1 3 1 とを含んで構成されている。

固定電極 1 3 1 は、図 1 1 に二点鎖線で示されるように、上基板 1 3 0 の検出面 1 3 0 A の略中央部分に設けられた中央電極 1 3 2 と、この中央電極 1 3 2 を囲むように設けられた周辺電極 1 3 3 とを備えている。

【 0 0 0 3 】

可動電極 1 2 0 は、その側面 1 2 1 C から上基板 1 3 0 の上面 1 3 0 B にかけて設けられた第 1 の信号取出部 1 2 2 と導通されている。

ここで、可動電極 1 2 0 はシリコンで形成されているため、第 1 の信号取出部 1 2 2 は、シリコンと電氣的にオーミック接合となってかつワイヤボンド可能な金属であるアルミニウムで形成されている。

【 0 0 0 4 】

中央電極 1 3 2 および周辺電極 1 3 3 は、耐食性を有するチタンで形成され、上基板 1 3 0 の上面 1 3 0 B（検出面 1 3 0 A とは反対側の面）にアルミニウムで形成された第 2 の信号取出部 1 3 4、1 3 5 とスルーホール 1 3 6、1 3 7 を介してそれぞれ導通されている。

【 0 0 0 5 】

このような構成によれば、可動電極 1 2 0 の下基板 1 4 0 側の面に測定圧力を導入すると、可動電極 1 2 0 が撓み、この可動電極 1 2 0 とこれに対向する中央電極 1 3 2 および周辺電極 1 3 3 との間の静電容量が変化する。各電極 1 2 0、1 3 2、1 3 3 を、信号取出部 1 2 2、1 3 4、1 3 5 を介して、信号処理用回路に導通することにより、中央電極 1 3 2 と可動電極 1 2 0 との静電容量の変化

、および周辺電極 1 3 3 と可動電極 1 2 0 との静電容量の変化を測定して、測定圧力を正確に計測できるようになっている。

【0 0 0 6】

ところで、腐食性ガスの存在下で変換器 1 1 0 が使用される場合、各信号取出部 1 2 2, 1 3 4, 1 3 5 の周囲にも腐食性ガスが存在することになり、これら信号取出部 1 2 2, 1 3 4, 1 3 5 を形成するアルミニウムが腐食性ガスに侵される、という問題があった。

この問題を解決するため、この腐食性ガスに対して高耐食性を有する金属、例えばチタンを用いて、各信号取出部 1 2 2, 1 3 4, 1 3 5 を形成する場合を考える。チタンは、不純物の含有量の少ないシリコンに対しては良好なオーミック接合を得られないが、不純物を多く含有するシリコンに対しては良好なオーミック接合が得られる、という性質を有している。一方、シリコンは、不純物の含有量が増大すると、抵抗率が低くなるとともに、アルカリ溶液を用いたウェットエッチング性も低下する、という性質を有している。

【0 0 0 7】

例えば、可動電極のうち第 1 信号取出部に接する部分にのみ不純物を含有させた変換器が知られている（特開平 0 8 - 9 4 4 7 2 号公報参照）。

この構成によれば、可動電極のうち第 1 信号取出部に接する部分では、第 1 信号取出部に対して良好なオーミック接合を得ることができるとともに、第 1 信号取出部に接する部分以外の部分では、エッチング性の低下を抑えることができる。

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、可動電極の一部に不純物を含有させた変換器では、可動電極を形成するシリコンウェーハの製造工程において、不純物拡散等の方法で局所的に不純物を混入するため、製造工程が増加し、変換器の製造コストが増大していた。

【0 0 0 9】

本発明の目的は、腐食性ガスが存在するような状況下でも使用できかつ製造コ

ストを低減できる変換器およびその製造方法を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本出願人は、高耐食性を有する金属の種類とこの高耐食性金属に対して良好なオーミック接合が得られるシリコンの抵抗率との関係、さらに、シリコンの抵抗率とエッチング性との関係について鋭意研究した。その結果、シリコンの抵抗率を所定の範囲内とすることにより、シリコンのエッチング性および高耐食性金属とのオーミック接合性とを両立できることを見出し、この知見に基づいて本発明を得たものである。

【 0 0 1 1 】

上記目的を達成するため、本発明の変換器およびその製造方法は、次の構成を採用する。

請求項 1 に記載の変換器は、検出面を有する第 1 の基板と、この第 1 の基板の検出面に空隙を介して設けられかつ前記第 1 の基板に対して変位可能な可動電極と、前記第 1 の基板の検出面に設けられた固定電極と、前記可動電極に導通された第 1 の信号取出部とを備えた変換器であって、前記第 1 の信号取出部は、高耐食性を有する金属で形成され、前記可動電極は、抵抗値を下げる元素を含有させることにより抵抗率が $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とされた単結晶シリコンをドライエッチングすることにより形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

第 1 の基板は、絶縁体であって、例えばガラスで形成されるが、その他陶磁器、ニューセラミックス等の材料で形成されてもよい。第 1 の信号取出部は、チタン、タングステン、モリブデン、クロム、タンタル、ニオブ、バナジウム等の金属のほか、これらを主成分とする合金で形成されてもよい。なお、これら第 1 の基板および第 1 の信号取出部を形成する材料は、以下の各請求項においても同様である。

また、ドライエッチングの方法としては、特に制限はなく、反応性イオンガスやプラズマガス等を用いる方法が含まれる。

【 0 0 1 3 】

この発明によれば、第 1 の信号取出部を腐食性ガスに対して高耐食性の金属で形成したので、従来のように耐食性の低いアルミニウムで形成した場合に比べ、腐食性ガスが存在するような状況下でも、変換器としての機能を低下させることなく使用することができる。

また、可動電極を抵抗値を下げる元素を含有させた単結晶シリコンで形成したので、第 1 信号取出部との接触面にエネルギー障壁の問題を生じることがなく、第 1 信号取出部を形成する高耐食性の金属に対して良好なオーミック接合を得ることができ、可動電極から信号を確実に取り出すことができる。

【 0 0 1 4 】

さらに、可動電極を形成するシリコン全体の抵抗率を $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下としたので、可動電極に用いるシリコンウェーハの製造工程において、ウェーハ全体に抵抗値を下げる元素（不純物）を混入させてよいから、従来のように局所的に不純物を混入する場合に比べ、製造工程を削減でき、変換器の製造コストを低減できる。

なお、可動電極を形成するシリコンの抵抗率が $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ を超えると、第 1 の信号取出部を形成する材料に対して良好なオーミック接合が得られない。また、ドライエッチングにより可動電極を形成したので、シリコンの抵抗率を低下させてもエッチング性に影響が出ないため、シリコンに抵抗値を下げる元素を固溶限界量まで含有させてもよい。

【 0 0 1 5 】

請求項 2 に記載の変換器は、検出面を有する第 1 の基板と、この第 1 の基板の検出面に空隙を介して設けられかつ前記第 1 の基板に対して変位可能な可動電極と、前記第 1 の基板の検出面に設けられた固定電極と、前記可動電極に導通された第 1 の信号取出部とを備えた変換器であって、前記第 1 の信号取出部は、高耐食性を有する金属で形成され、前記可動電極は、抵抗値を下げる元素を含有させることにより抵抗率が $0.005 \sim 1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ とされた単結晶シリコンをウェットエッチングすることにより形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

ウェットエッチングの方法としては、特に制限はなく、水酸化カリウムや TM

AH等を用いる方法が含まれる。

この発明によれば、請求項1と同様の効果を得られる。なお、可動電極を形成するシリコンの抵抗率が $0.005\Omega\cdot\text{cm}$ 未満では、エッチングレートが遅くなって可動電極の加工に時間がかかったり、表面粗さが粗くなってしまう。

【0017】

請求項3に記載の変換器は、請求項1または2に記載の変換器において、前記可動電極を形成するシリコンは、伝導型がp型とされていることを特徴とする。

この発明によれば、伝導型がn型のシリコンを用いた場合に比べ、接触抵抗を低くできるので、より良好なオーミック接合を得ることができる。

【0018】

請求項4に記載の変換器は、請求項1から3のいずれかに記載の変換器において、前記第1の信号取出部を形成する金属は、チタンとされていることを特徴とする。

この発明によれば、第1の信号取出部をチタンで形成したので、第1の信号取出部を腐食性ガスから安価かつ確実に保護できる。

【0019】

請求項5に記載の変換器は、請求項1から4のいずれかに記載の変換器において、前記可動電極の前記第1の基板の検出面に対向する面とは反対側に空隙を介して設けられた第2の基板を備え、前記第2の基板には、前記第1の基板の側面よりも延出した延出部が設けられ、前記第1の信号取出部は、前記延出部の前記第1の基板側の表面から、前記第1の基板の検出面と反対側の表面にかけて設けられていることを特徴とする。

【0020】

変換器は、例えば、第1の基板の上面に固定電極に導通された第2の信号取出部を有し、第2の基板を下方にして回路基板上にマウントされた後、第1信号取出部および第2の信号取出部と、回路基板上の信号処理回路とが、ワイヤーボンディング等により結線される。

この発明によれば、第2の基板に延出部を設けて、この延出部の第1の基板側の表面から、第1の基板の表面にかけて第1の信号取出部を形成したので、第1

の信号取出部が第2の基板の端縁（可動電極から離間した側の面の端縁を意味する、以下についても同様）まで及ばない。従って、変換器を第2の基板の端縁側を下方にして回路基板等にマウントしても、回路基板と第1の信号取出部とが接触せず、ノイズを拾うような電氣的障害を避けることができる。

【0021】

請求項6に記載の変換器は、請求項5に記載の変換器において、前記第1の信号取出部には、ワイヤボンダッドが設けられ、このワイヤボンダッドは、少なくとも2つの層を有し、下層部は、前記第1の信号取出部を形成する金属の表面の酸化膜との接合性が良好な金属で形成され、上層部は、前記下層部に対して接合性が良好でかつボンディング性良好な高耐食性を有する金属で形成されていることを特徴とする。

【0022】

ここで、ワイヤボンダッドの上層部は、例えば、金で形成されるが、その他金を主成分とする合金等でもよい。また、ワイヤボンダッドの下層部は、例えばチタンで形成されるが、その他クロム、ニッケル、コバルト、タンタル等の材料でもよく、または、チタン、クロム、ニッケル、鉄、タングステン、シリコン、アルミニウム、コバルト、パラジウム、タンタルおよび金のいずれかを主成分とする合金等でもよい。

【0023】

変換器の製造途中、ワイヤボンダッド形成前において、第1の信号取出部の上層部が、空気等の酸化性ガスに接触することにより、表層に酸化膜が生成される可能性がある。

この発明によれば、ワイヤボンダッドの下層部を、第1の信号取出部を形成する金属の表面の酸化膜との接合性が良好な金属で形成し、ワイヤボンダッドの上層部を、前記下層部に対して接合性が良好でかつボンディング性良好な高耐食性を有する金属で形成したので、第1の信号取出部の表層に酸化膜が生成されていても、下層部を第1の信号取出部に接合できる。また、ボンディング性良好な上層部をワイヤを介して信号処理用回路等の必要箇所に電氣的に接続することができるから、第1の信号取出部からの信号をワイヤボンダッドを介して信号

処理用回路に確実に伝えることができる。

【 0 0 2 4 】

例えば、第 1 の信号取出部の上層部をチタンで形成した場合、ワイヤボンダッド形成前に、チタンが空気等に接触することにより、表面に酸化膜が生成される場合がある。この酸化チタンに対して接着し、かつボンディング性が良好な 1 種類の金属が存在しないため、酸化チタンに対して接合性が良好なチタンを下層部とし、酸化チタンには接合性が良くないが、チタンに対しては接合性の良い金を用いることによって、所要特性を備えたワイヤボンダッドを形成することができる。

【 0 0 2 5 】

請求項 7 に記載の変換器は、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の変換器において、前記可動電極の面であって前記第 1 の基板の検出面に対向する面とは反対側の面に測定圧力が導入される静電容量型圧力センサチップであることを特徴とする。

この発明によれば、前記可動電極の面であって前記第 1 の基板の検出に対向する面とは反対側の面に測定圧力を導入したので、この導入された測定圧力によって可動電極が撓み、この可動電極とこれに対向する固定電極との間の距離が変化し、この距離の変化に反比例して、静電容量が変化する。この可動電極および固定電極の静電容量を測定することによって、静電容量型圧力センサとして利用できる。

【 0 0 2 6 】

請求項 8 に記載の変換器の製造方法は、請求項 5 または 6 に記載の変換器の製造方法であって、前記第 1 および第 2 の基板と可動電極とを陽極接合した後に、前記第 1 の信号取出部をマスク蒸着によって形成することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

この発明によれば、第 1 および第 2 の基板と可動電極とを陽極接合した後に、第 1 の信号取出部をマスク蒸着で形成したので、フォトリソグラフィのような複雑な工程を経ずに第 1 の信号取出部を形成できるから、変換器を容易に製造することができる。

なお、陽極接合より前に第 1 の信号取出部をマスク蒸着で形成した場合、第 1 の信号取出部が可動電極と同じ電位となるため、陽極接合の電位を乱し、良好な接合強度が得られない可能性がある。

【 0 0 2 8 】

請求項 9 に記載の変換器の製造方法は、請求項 6 に記載の変換器の製造方法であって、前記第 1 および第 2 の基板と可動電極とを陽極接合した後に、前記ワイヤボンダッドの下層部をマスク蒸着によって形成した後、このワイヤボンダッドの下層部の表面を酸化状態とすることなく、連続して前記ワイヤボンダッドの上層部を形成することを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

この発明によれば、ワイヤボンダッドを形成する際に、その下層部をマスク蒸着によって形成した後、この下層部の表面を酸化状態とせずに、つまり下層部の表面に酸化膜を生成させずに、連続してその上層部をマスク蒸着によって形成したので、ワイヤボンダッドの下層部と上層部とを確実に接着できる。

したがって、フォトリソグラフィのような複雑な工程を経ずにワイヤボンダッドを形成できるので、変換器を容易に製造することができる。

【 0 0 3 0 】

ここで、陽極接合より前にワイヤボンダッドをマスク蒸着した場合、陽極接合時の熱でワイヤボンダッドを構成する複数の金属、例えば金とチタンとが拡散してしまう可能性があるため、陽極接合より後にワイヤボンダッドをマスク蒸着する必要がある。

また、ワイヤボンダッドの下層部を形成した後に、その表面が空気等に接触することによって酸化状態となった場合、表面に酸化膜が生成されてワイヤボンダッドの上層部が接着しない可能性があるため、下層部の形成後その表面を酸化状態とすることなく、連続して上層部を形成する必要がある。

例えば、ワイヤボンダッドの下層部を、例えばチタンで形成し、上層部を、例えば金で形成した場合、チタンが空気等に接触することにより、その表層に酸化膜が生成されて金が接着しない可能性がある。

【 0 0 3 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 には、本実施の形態に係る変換器としての圧力センサ 1 0 の全体斜視図が示され、図 2 には、圧力センサ 1 0 の分解斜視図が示されている。

この圧力センサ 1 0 は、圧力の変化を静電容量の変化として検出する静電容量型の圧力センサであり、可動電極としての弾性変形可能なダイアフラム 2 0 と、このダイアフラム 2 0 に陽極接合されてダイアフラム 2 0 を挟持する第 1 の基板としての上基板 3 0 および第 2 の基板としての下基板 4 0 とを備えている。

【0032】

ダイアフラム 2 0 は、薄肉部 2 3 と、この薄肉部 2 3 周囲に形成された厚肉部 2 1 とを備えている。すなわち、ダイアフラム 2 0 は、上基板 3 0 と対向する対向面 2 0 A と、この対向面 2 0 A とは反対側の面つまり下基板 4 0 と対向する対向面 2 0 B とを有し、対向面 2 0 A のうち薄肉部 2 3 の上面 2 3 A は、厚肉部 2 1 の上面 2 1 A よりも一段低く凹んでおり、対向面 2 0 B のうち薄肉部 2 3 の下面 2 3 B は、厚肉部 2 1 の下面 2 1 B よりも凹んで（図 2 中高くなって）いる。したがって、薄肉部 2 3 と上基板 3 0 および下基板 4 0 との間には、空隙が形成されており、薄肉部 2 3 は、上基板 3 0 に対して弾性変形可能とされている。

また、ダイアフラム 2 0 は、伝導型が p 型で、抵抗値を下げる元素を含有することにより抵抗率が $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とされた単結晶シリコンで形成されている。

【0033】

上基板 3 0 は、絶縁材料、本実施形態ではガラスで形成され、図 2 中二点鎖線で示すように、ダイアフラム 2 0 と対向する面に検出面 3 0 A と、この検出面 3 0 A とは反対側に上面 3 0 B とを備えている。

この上基板 3 0 は、この検出面 3 0 A に設けられた固定電極 3 2, 3 3 と、上面 3 0 B に設けられて固定電極 3 2, 3 3 にスルーホール 3 6, 3 7 を介して導通された第 2 の信号取出部 3 4, 3 5 と、上面 3 0 B に設けられてダイアフラム 2 0 に導通された第 1 の信号取出部 2 2 とを備えている。

【0034】

固定電極 3 2, 3 3 は、耐食性の高い金属としてのチタンで形成され、検出面 3 0 A の略中央部分に設けられた中央電極 3 2 と、中央電極 3 2 を囲むように設けられた周辺電極 3 3 とで構成されている。

第 2 の信号取出部 3 4, 3 5 は、各電極 3 2, 3 3 と同様にチタンで形成されている。中央電極 3 2 と導通された第 2 の信号取出部 3 4 は、上基板 3 0 の一端縁部分まで引き出された引出部 3 9 を備え、周辺電極 3 3 と導通された第 2 の信号取出部 3 5 は、上基板 3 0 の対向する両端縁部分まで引き出された引出部 3 8 を備えている。

ダイアフラム 2 0 の薄肉部 2 3 と上基板 3 0 との間の空隙は、各スルーホール 3 6, 3 7 を通じて大気には開放されている。

【 0 0 3 5 】

下基板 4 0 は、絶縁材料、本実施形態ではガラスで形成され、その略中央にはダイアフラム 2 0 の対向面 2 0 B に圧力を導入するための圧力導入孔 4 1 が設けられている。また、下基板 4 0 の一側面側は、ダイアフラム 2 0 および上基板 3 0 の側面よりも延出されて、延出部 4 2 とされている。

【 0 0 3 6 】

第 1 の信号取出部 2 2 は、延出部 4 2 の上基板 3 0 側の表面から上基板 3 0 の上面 3 0 B の延出部 4 2 側の 2 つの角部にかけて設けられている。これにより、第 1 の信号取出部 2 2 は、ダイアフラム 2 0 の厚肉部 2 1 の延出部 4 2 側の側面 2 1 C に導通されている。

【 0 0 3 7 】

第 1 の信号取出部 2 2 のうち上基板 3 0 の上面 3 0 B の延出部 4 2 側の 2 つの角部には、ワイヤを結線するためのワイヤボンダッド 5 1 が設けられ、第 2 の信号取出部 3 4, 3 5 には、ワイヤボンダッド 5 2, 5 3 がそれぞれ設けられている。これらワイヤボンダッド 5 1, 5 2, 5 3 を介して、信号取出部 2 2, 3 4, 3 5 と信号処理用回路（図示省略）等の所定箇所とが導通されるようになっている。

【 0 0 3 8 】

図 3 (A) には、第 1 の信号取出部 2 2 およびワイヤボンダッド 5 1 の拡大

断面図が示されている。

第 1 の信号取出部 2 2 は、上基板 3 0 との密着性に優れかつ高耐食性を有する金属、本実施形態ではチタンで形成されており、この表面は大気によって酸化されて酸化膜 2 2 C が生成されている。

各ワイヤボンダッド 5 1 は、2 つの層 5 1 A、5 1 B を有し、下層部 5 1 A は、第 1 の信号取出部 2 2 を形成するチタン表面の酸化膜 2 2 C との接合性が良好な金属、本実施形態ではチタンで形成され、上層部 5 1 B は、下層部 5 1 A と接合性が良好でかつボンディング性良好な高耐食性を有する金属、本実施形態では金で形成されている。

【 0 0 3 9 】

図 3 (B) には、第 2 の信号取出部 3 4、3 5 およびワイヤボンダッド 5 2、5 3 の拡大断面図が示されている。

第 2 の信号取出部 3 4、3 5 を形成するチタンの表面は、第 1 の信号取出部 2 2 と同様に、大気によって酸化されて酸化膜 2 2 C が生成されている。

ワイヤボンダッド 5 2、5 3 は、ワイヤボンダッド 5 1 と同様に、下層、上層の 2 つの層 5 1 A、5 1 B を有し、下層部 5 1 A はチタンで形成され、上層部 5 1 B は金で形成されている。

【 0 0 4 0 】

このような圧力センサ 1 0 では、圧力導入孔 4 1 に測定圧力が導入されると、ダイアフラム 2 0 が湾曲するように弾性変形して、ダイアフラム 2 0 と上基板 3 0 の中央電極 3 2 および周辺電極 3 3 との間の距離が変化し、その距離に反比例して静電容量が変化する。この時、ダイアフラム 2 0、中央電極 3 2 および周辺電極 3 3 は、第 1 および第 2 の信号取出部 2 2、3 4、3 5 およびワイヤボンダッド 5 1、5 2、5 3 を介して、信号処理用回路等に導通されているから、ダイアフラム 2 0 と各電極 3 2、3 3 の静電容量を信号処理用回路で処理することによって、圧力を計測できるようになっている。

【 0 0 4 1 】

この際、ダイアフラム 2 0 の変位は中央近辺が大きく、周辺部が小さいため、ダイアフラム 2 0 と上基板 3 0 の中央電極 3 2 および周辺電極 3 3 との間の静電

容量に差が生じ、両者の差異を測定することにより、温度等の変化に基づく誤差を校正するとともに、ノイズ等を取り除き、より正確に圧力を検出する。

なお、この圧力センサ 10 は、ダイアフラム 20 の上基板 30 側がスルーホール 36, 37 を通じて大気開放されているため、いわゆるゲージ圧（大気圧をゼロとしたときの、大気圧に対する差圧）センサとなっている。

【0042】

次に、圧力センサ 10 の製造手順を説明する。

図 4 (A) および (B) には、上、下基板 30, 40 とダイアフラム 20 の陽極接合前のウェーハ状態の平面図および断面図が示されている。

圧力センサ 10 は、シリコンウェーハ 70、および上、下基板ウェーハ 80, 90 を互いに陽極接合して積層ウェーハ 60 とした後、図 4 中に 1 点鎖線で示す格子状の切断線 87 (87A, 87B) に従って切断することにより、複数のセンサチップ 61 として製造される。

【0043】

シリコンウェーハ 70 は、次の方法で製造される。まず、抵抗値を下げる元素を混入してシリコン単結晶を生成することにより、伝導型が p 型でかつ抵抗率が $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のシリコン単結晶ウェーハを製造する。次に、このシリコン単結晶ウェーハにフォトリソグラフィを施し、ドライエッチングすることによって、複数のダイアフラム 20 が所定間隔で一体に形成された状態とする。

【0044】

上基板ウェーハ 80 は、中央電極 32、周辺電極 33、スルーホール 36, 37、第 2 の信号取出部 34, 35、および陽極接合用電極 83 がフォトリソグラフィ等により形成されており、複数の上基板 30 が一体に形成された状態となっている。

このうち、各第 2 の信号取出部 35 の各引出部 38 は、上基板ウェーハ 80 上で一方向に連続するように形成されている。

また、陽極接合用電極 83 は、引出部 38 と交わらないように格子状に形成されている。陽極接合用電極 83 は、引出部 38 に沿って延びる幹線電極部 83A と、この幹線電極部 83A と直交して延びる支線電極部 83B とで構成されてい

る。

切断線 8 7 は、幹線電極部 8 3 A 上を通る切断線 8 7 A と、この切断線 8 7 A と直交しかつ支線電極部 8 3 B 上を通る切断線 8 7 B とで構成されている。

【 0 0 4 5 】

下基板ウェーハ 9 0 は、複数の圧力導入孔 4 1 を形成され、複数の下基板 4 0 が一体に形成された状態である。

ここで、これらシリコンウェーハ 7 0 の各ダイアフラム 2 0、上基板ウェーハ 8 0 の各上基板 3 0、および下基板ウェーハ 9 0 の各下基板 4 0 は、各ウェーハ 7 0、8 0、9 0 が積層されたとき、各々が圧力センサ 1 0 のセンサチップ 6 1 を構成するように、互いに対応した位置に設けられている。

【 0 0 4 6 】

図 5 には、上、下基板 3 0、4 0 とダイアフラム 2 0 をウェーハ状態で陽極接合する手順を説明するための図が示されている。

下基板ウェーハ 9 0、シリコンウェーハ 7 0、および上基板ウェーハ 8 0 を、導電性を有する陽極接合用の載置台 1 0 0 上に順に積層する。この後、シリコンウェーハ 7 0 と引出部 3 8 がプラス、陽極接合用電極 8 3 と載置台 1 0 0 とがマイナスとなるように、高温下で高電圧を印加し、各ウェーハ 7 0、8 0、9 0 を陽極接合する。これにより、積層ウェーハ 6 0 を製造する。

【 0 0 4 7 】

図 6 および図 7 には、第 1 信号取出部 2 2 とワイヤボンダッド 5 1、5 2、5 3 を形成する手順を説明するための平面図および断面図が示されている。

陽極接合が完了した後、まず、積層ウェーハ 6 0 を載置台 1 0 0 から取り出し、陽極接合用電極 8 3 の幹線電極部 8 3 A の幅寸法よりも十分に大きい所定の刃幅寸法を有する切断刃等を用いて、第 2 の信号取出部 3 4 同士の間の切断線 8 7 A に沿って溝加工を行い、幹線電極部 8 3 A (図 6 中破線で示す) を削り取るとともに、溝 8 9 を形成する。

この溝 8 9 は、下基板ウェーハ 9 0 を若干削り取る深さで設けられており、溝 8 9 の内面にはシリコンウェーハ 7 0 および上基板ウェーハ 8 0 の切断面 7 0 A、8 0 A がそれぞれ露出している。

【 0 0 4 8 】

次に、図 6 中二点鎖線で示すように、上基板ウェーハ 8 0 の各切断線 8 7 A, 8 7 B が交差する部分、つまりセンサチップ 6 1 の角部 3 0 D に相当する部分が露出するように、略長方形のマスク開口 9 2 を有するメタルマスク 9 1 を配置する。そして、積層ウェーハ 6 0 または図示しない蒸着ノズルのうちいずれか一方を鉛直軸回りに回転させるか、あるいはこれらを互いに反対方向に回転させるかしながら、マスク開口 9 2 に対して例えば上方斜め 4 5 ° 方向から蒸着材料、ここではチタンを供給する（図 7 中の破線矢印参照）。これにより、溝 8 9 の底面および溝 8 9 の両側面、すなわちシリコンウェーハ 7 0 の各切断面 7 0 A および上基板ウェーハ 8 0 の各切断面 8 0 A、および上基板ウェーハ 8 0 の各切断線 8 7 A, 8 7 B が交差する部分にチタン蒸着膜 2 2 A が形成される。

【 0 0 4 9 】

次に、図示しないが、ワイヤボンダッド 5 1 ~ 5 3 の位置に対応したマスク開口を有するメタルマスクを用意し、このメタルマスクを用いて、上述した手順と同様の手順で、チタン蒸着膜（ワイヤボンダッド 5 1 ~ 5 3 の下層部 5 1 A に相当する）を形成した後、真空装置の真空状態を開放することなく、つまりチタン蒸着膜の表面を酸化状態とすることなく、連続して金蒸着膜（ワイヤボンダッド 5 1 ~ 5 3 の上層部 5 1 B に相当する）を形成する。

【 0 0 5 0 】

この後、溝 8 9 を加工した切断刃よりも刃幅寸法の小さい別の切断刃（例えば、図 7 中の一点鎖線で示す切りしろ 9 3 に対応した刃幅の切断刃）を用い、蒸着膜 2 2 A を溝 8 9 の幅方向の中央すなわち切断線 8 7 A に沿って下基板ウェーハ 9 0 ごと切断（本切断）するとともに、同じ切断刃を用いて他の全ての切断線 8 7 A, 8 7 B に沿って積層ウェーハ 6 0 を切断する。これによって、蒸着膜 2 2 A を四分割し、分割された各々の蒸着膜 2 2 A がダイアフラム 2 0 と導通した第 1 の信号取出部 2 2 となる。この切断作業により、積層ウェーハ 6 0 からセンサチップ 6 1 として圧力センサ 1 0 が取り出される。

なお、この切断作業（本切断）時に用いられる切断刃の前記刃幅寸法は、陽極接合用電極 8 3 の幅寸法よりも若干大きく、切断線 8 7 A, 8 7 B に沿って切断

することによって、陽極接合用電極 8 3 の支線電極部 8 3 B は完全に取り除かれる。

以上により、圧力センサ 1 0 が完成する。

【 0 0 5 1 】

図 8 および図 9 には、シリコンの抵抗率を変化させた場合の実験結果が示されている。

すなわち、図 8 では、シリコンの抵抗率と、このシリコンとチタンとの接触抵抗（オーミック抵抗）との関係が示されている。図 8 中の四角は実験値を示し、実線 A は大体の傾きを示している。抵抗値を下げる元素を含有させることによってシリコンの抵抗率を低下させると、チタンとの接触抵抗もほぼ比例して低下することが分かる。図 9 では、シリコンとチタンとの接触抵抗と、圧力センサの感度温度係数との関係が示されている。感度温度係数とは、温度変化に対する圧力センサ 1 0 の特性であって、この値が低いほど、温度変化による圧力感度誤差が少なく、安定して性能を発揮できる。図 9 中の四角は、実験値を示し、実線 B、C は大体の傾きを示している。接触抵抗が約 $10\text{ k}\Omega$ 以上では、接触抵抗を低下させると、感度温度係数もほぼ比例して低下する（実線 B）。ところが、接触抵抗が約 $10\text{ k}\Omega$ 未満では、接触抵抗を低下させても、感度温度係数は比例して低下せず、ほぼ一定の値となることが分かる（実線 C）。

【 0 0 5 2 】

したがって、本実施形態によれば以下の効果がある。

（１）第 1 の信号取出部 2 2 を高耐食性の金属で形成したので、従来のように耐食性の低いアルミニウムで形成した場合に比べ、腐食性ガスが存在するような状況下でも、変換器としての機能を低下させることなく使用することができる。

（２）ダイアフラム 2 0 を抵抗値を下げる元素を含有させた単結晶シリコンで形成したので、第 1 信号取出部 2 2 との接触面にエネルギー障壁の問題を生じることがなく、第 1 信号取出部 2 2 を形成する高耐食性の金属に対して良好なオーミック接合を得ることができ、ダイアフラム 2 0 から信号を確実に取り出すことができる。

【 0 0 5 3 】

(3) ダイアフラム 20 を形成するシリコン全体の抵抗率を $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下としたので、シリコンウェーハ 70 の製造工程において、ウェーハ全体に抵抗値を下げる元素を混入させてよいから、従来のように局所的に不純物を混入する場合に比べ、製造工程を削減でき、圧力センサ 10 の製造コストを低減できる。

また、シリコンの抵抗率を $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下としたので、図 8 および図 9 に示すように、圧力センサ 10 の感度温度係数を低下させて、温度特性の良い圧力センサを製作することができる。

(4) ダイアフラム 20 を形成するシリコンの伝導型を p 型としたので、伝導型が n 型のシリコンを用いた場合に比べ、接触抵抗を低くできるので、より良好なオーミック接合を得ることができる。

(5) 第 1 の信号取出部 22 をチタンで形成したので、第 1 の信号取出部 22 を腐食性ガスから安価かつ確実に保護できる。

【0054】

(6) 圧力センサ 10 は、下基板 40 を下方にして回路基板上にマウントされた後、第 1 信号取出 122 および第 2 信号取出部 34, 35 と、回路基板上の信号処理回路とが、ワイヤーボンディング等により結線される。圧力センサ 10 では、下基板 40 に延出部 42 を設けて、この延出部 42 の上基板 30 側の表面から、上基板 30 の表面にかけて第 1 の信号取出部 22 を形成したので、第 1 の信号取出部 22 が下基板 40 の端縁まで及ばない。したがって、圧力センサ 10 を下基板 40 の端縁側を下方にして回路基板等にマウントしても、回路基板と第 1 の信号取出部 22 とが接触せず、ノイズを拾うような電氣的障害を避けることができる。

【0055】

(7) ワイヤボンダッド 51～53 を 2 つの層、つまり第 1 の信号取出部 22 を形成するチタン表面の酸化膜との接合性が良好なチタンで形成された下層部 51A と、下層部 51A に対して接合性が良好でかつボンディング性良好な高耐食性を有する金で形成された上層部 51B とで構成したので、第 1 および第 2 の信号取出部 22, 34, 35 の表層に酸化膜 22C が生成されていても、下層部 51A を接合できる。また、ボンディング性良好な上層部 51B をワイヤを介して

信号処理用回路等の必要箇所に電氣的に接続することができるから、第 1 および第 2 の信号取出部 2 2, 3 4, 3 5 からの信号をワイヤボンダパッド 5 1 ~ 5 3 を介して信号処理用回路に確実に伝えることができる。

【 0 0 5 6 】

(8) 上基板 3 0 および下基板 4 0 とダイアフラム 2 0 とを陽極接合した後に、第 1 の信号取出部 2 2 をマスク蒸着で形成したので、フォトリソグラフィのような複雑な工程を経ずに第 1 の信号取出部 2 2 を形成できるから、圧力センサ 1 0 を容易に製造することができる。

(9) ワイヤボンダパッド 5 1 ~ 5 3 を形成する際に、その下層部 5 1 A をマスク蒸着によって形成した後、この下層部 5 1 A の表面を酸化状態とせずに、つまり下層部 5 1 A の表面に酸化膜を生成させずに、連続してその上層部 5 1 B をマスク蒸着によって形成したので、ワイヤボンダパッド 5 1 ~ 5 3 の下層部 5 1 A と上層部 5 1 B とを確実に接着できる。したがって、フォトリソグラフィのような複雑な工程を経ずにワイヤボンダパッド 5 1 ~ 5 3 を形成できるので、圧力センサ 1 0 を容易に製造することができる。

【 0 0 5 7 】

なお、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

例えば、本実施形態では、シリコンウェーハ 7 0 を、シリコン単結晶ウェーハにフォトリソグラフィを施してドライエッチングすることによって製造したが、これに限らず、ウェットエッチングすることにより製造してもよい。ただし、シリコン単結晶ウェーハの抵抗率を $0.005 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上とする必要がある。

このようにしても、前記実施形態で述べた (1) ~ (9) と同様の効果がある。

【 0 0 5 8 】

【発明の効果】

本発明の変換器およびその製造方法によれば、次のような効果が得られる。

第 1 の信号取出部を腐食性ガスに対して高耐食性の金属で形成したので、従来のように耐食性の低いアルミニウムで形成した場合に比べ、腐食性ガスが存在す

るような状況下でも、変換器としての機能を低下させることなく使用することができる。また、可動電極を抵抗値を下げる元素を含有させた単結晶シリコンで形成したので、第1信号取出部との接触面にエネルギー障壁の問題を生じることがなく、第1信号取出部を形成する高耐食性の金属に対して良好なオーミック接合を得ることができ、可動電極から信号を確実に取り出すことができる。さらに、可動電極を形成するシリコン全体の抵抗率を $1.0\ \Omega \cdot \text{cm}$ 以下としたので、可動電極に用いるシリコンウェーハの製造工程において、ウェーハ全体に抵抗値を下げる元素（不純物）を混入させてよいから、従来のように局所的に不純物を混入する場合に比べ、製造工程を削減でき、変換器の製造コストを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る変換器を示す全体斜視図である。

【図2】

前記実施形態に係る変換器の分解斜視図である。

【図3】

前記実施形態に係る第1および第2の信号取出部およびワイヤボンダパッドの拡大断面図である。

【図4】

前記実施形態に係る第1および第2の基板と可動電極の陽極接合前の平面および断面を示す図である。

【図5】

前記実施形態に係る第1および第2の基板と可動電極とを陽極接合する手順を説明するための図である。

【図6】

前記実施形態に係る第1の信号取出部とワイヤボンダパッドを形成する手順を説明するための平面図である。

【図7】

前記実施形態に係る第1の信号取出部とワイヤボンダパッドを形成する手順を説明するための断面図である。

【図 8】

前記実施形態に係る、シリコンの抵抗率とこのシリコンとチタンとの接触抵抗との関係を示す図である。

【図 9】

前記実施形態に係る、シリコンとチタンとの接触抵抗と感度温度係数との関係を示す図である。

【図 1 0】

従来例に係る変換器を示す全体斜視図である。

【図 1 1】

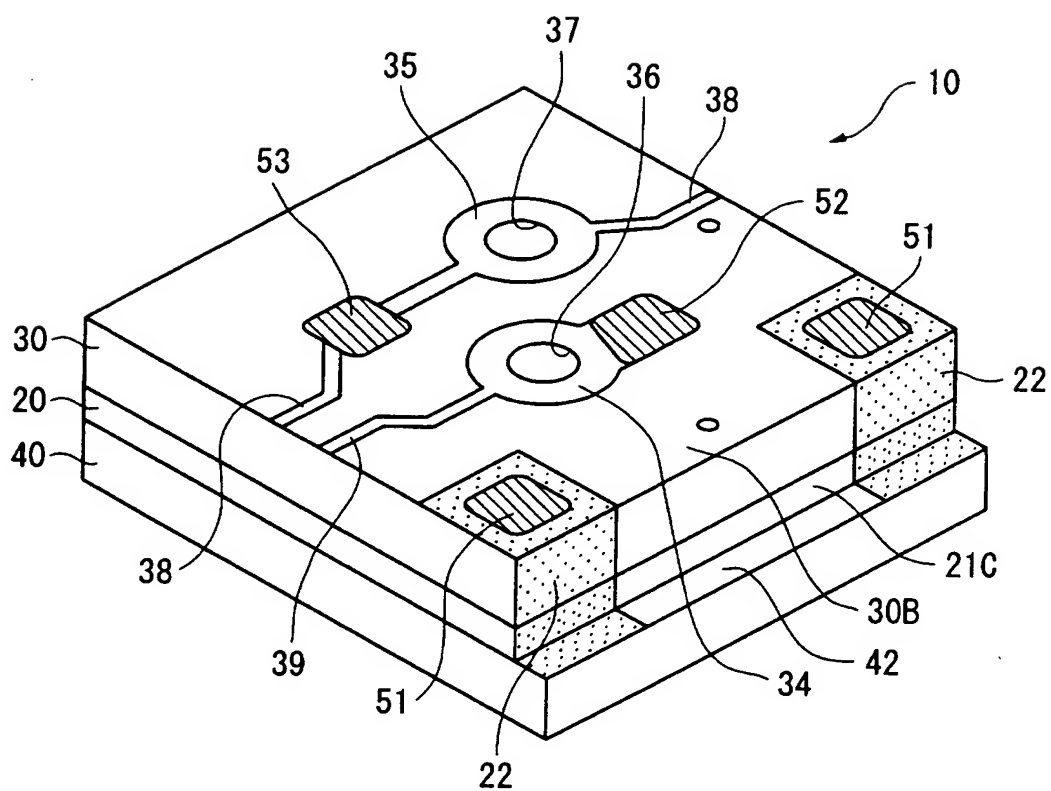
従来例に係る変換器の分解斜視図である。

【符号の説明】

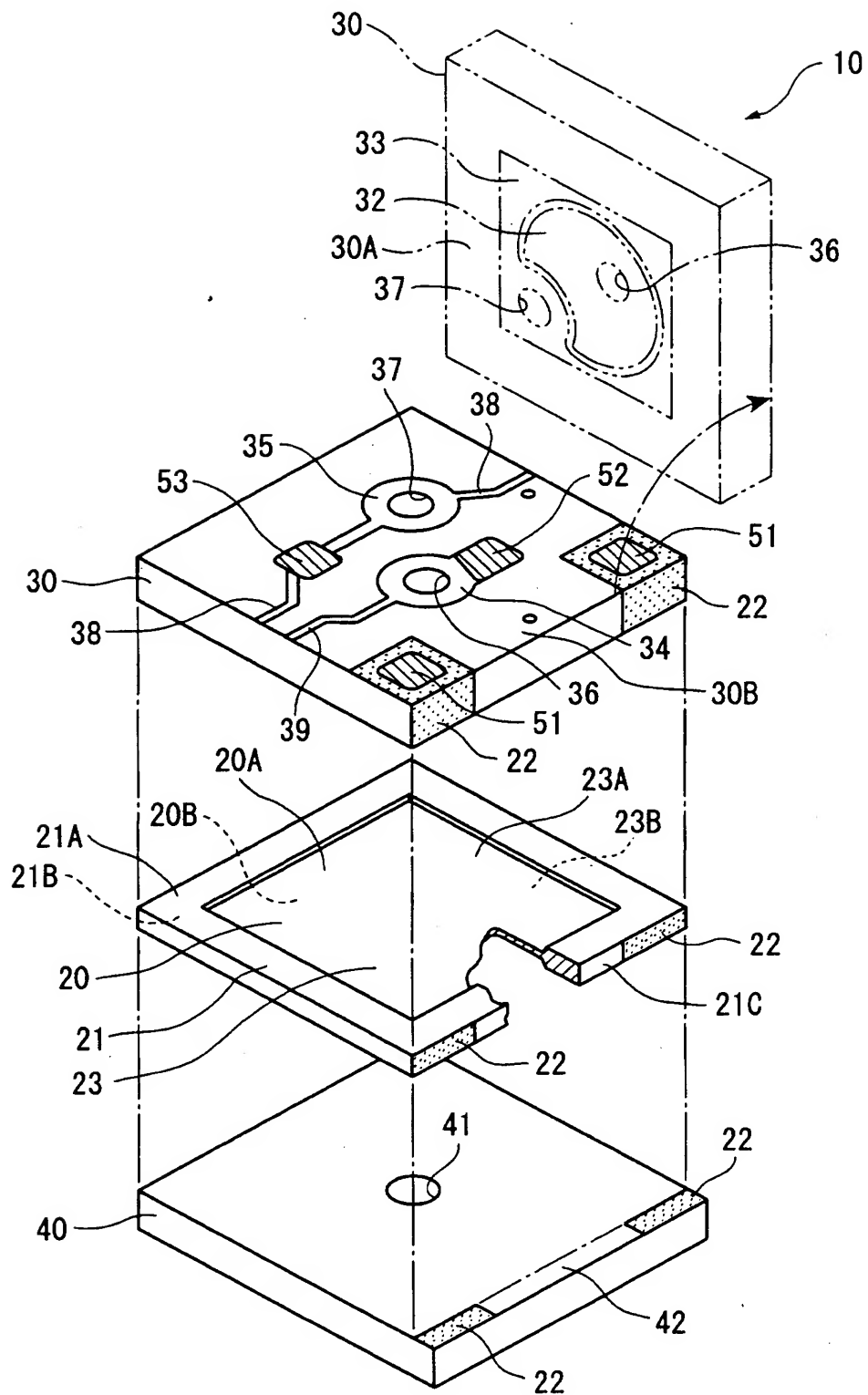
- 1 0 変換器としての圧力センサ
- 2 0 可動電極としてのダイヤフラム
- 2 2 第 1 の信号取出部
- 3 0 第 1 の基板としての上基板
- 3 0 A 検出面
- 3 2, 3 3 固定電極
- 4 0 第 2 の基板としての下基板
- 5 1, 5 2, 5 3 ワイヤボンドパッド
- 5 1 A 下層部
- 5 1 B 上層部

【書類名】 図面

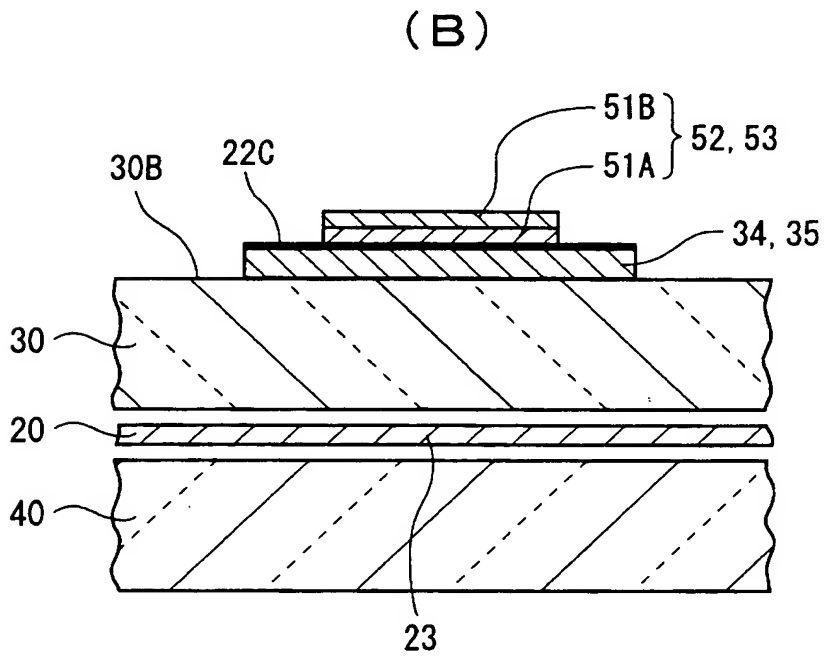
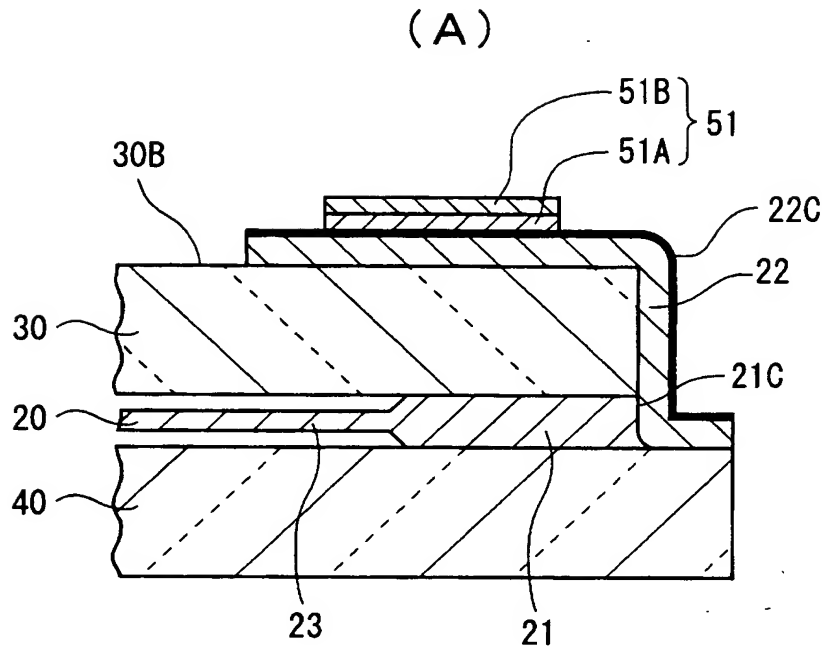
【図 1】



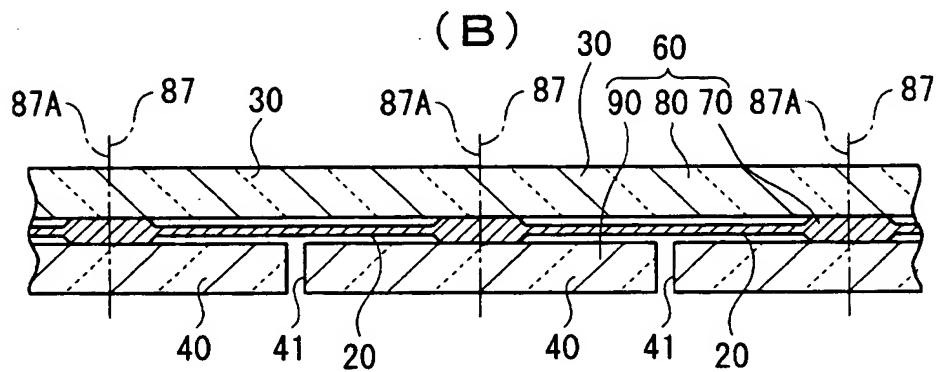
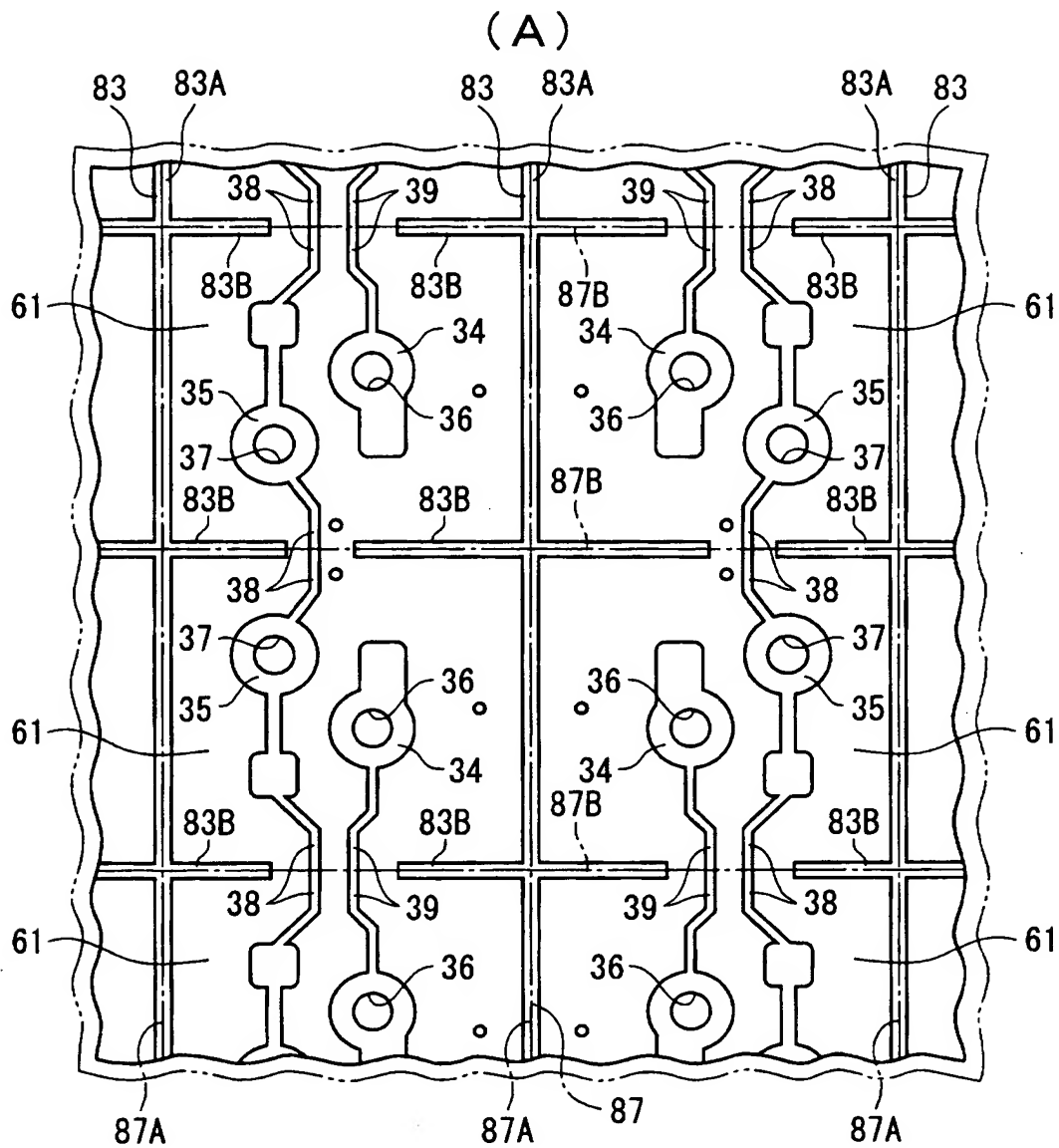
【図 2】



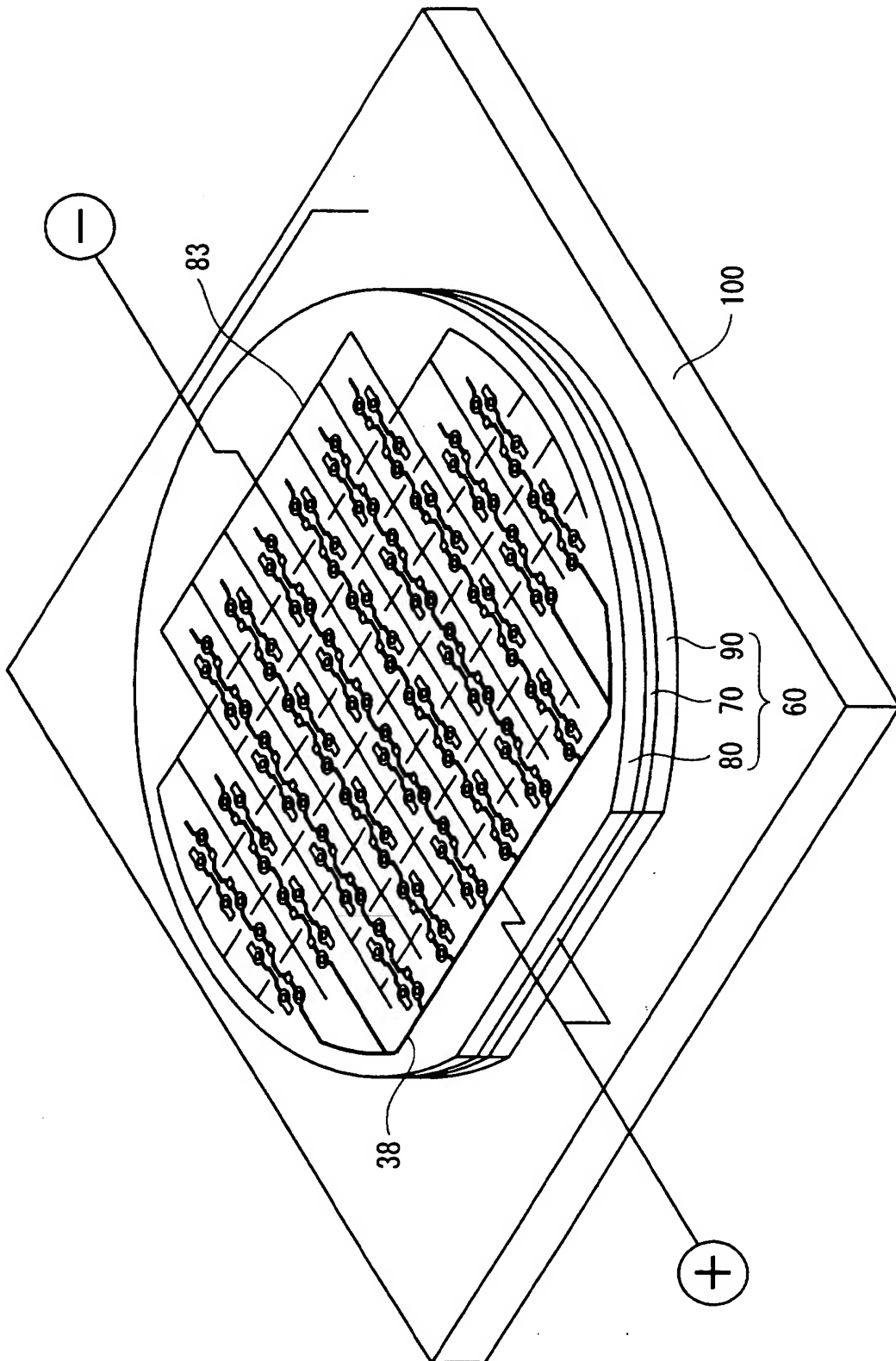
【図 3】



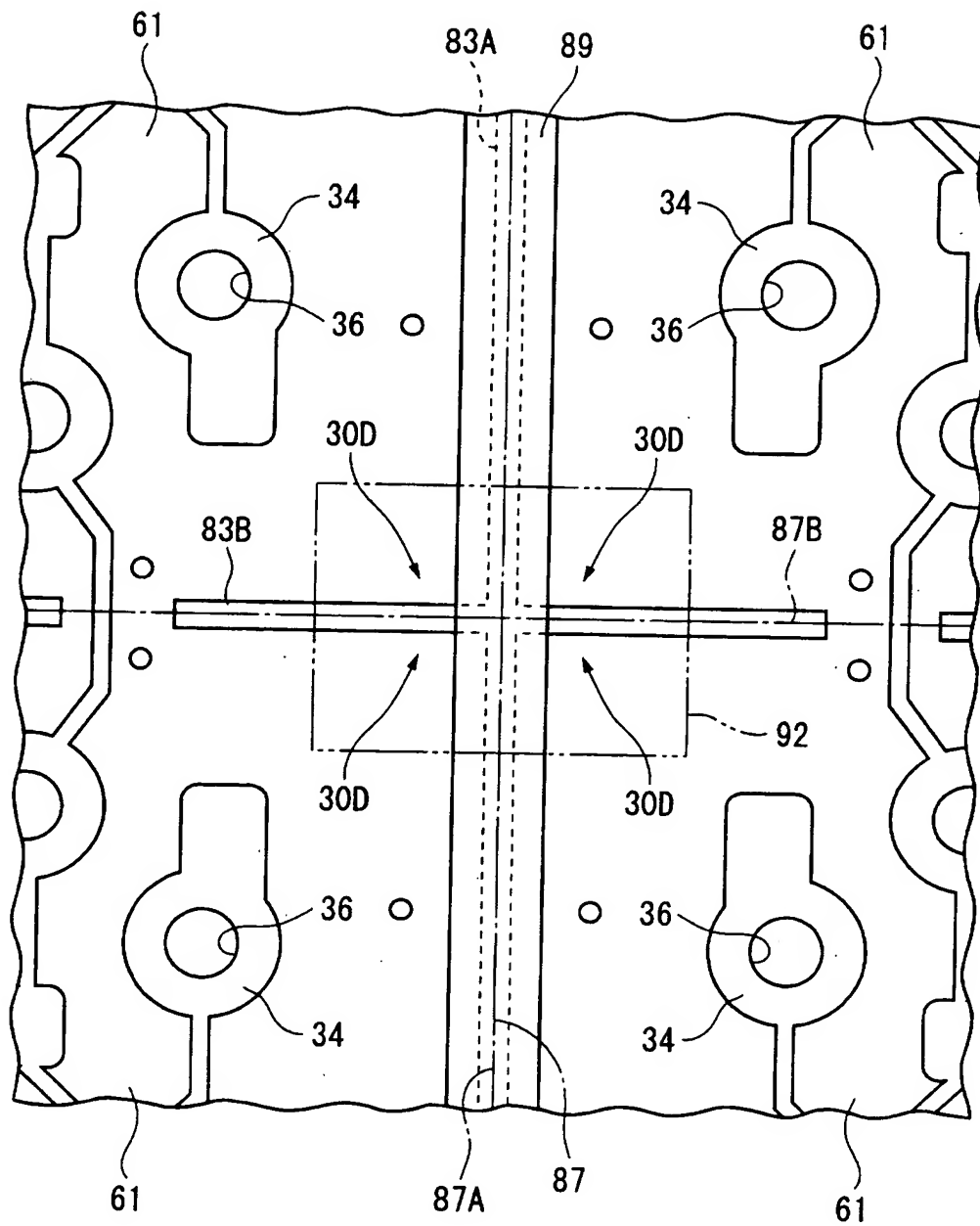
【図 4】



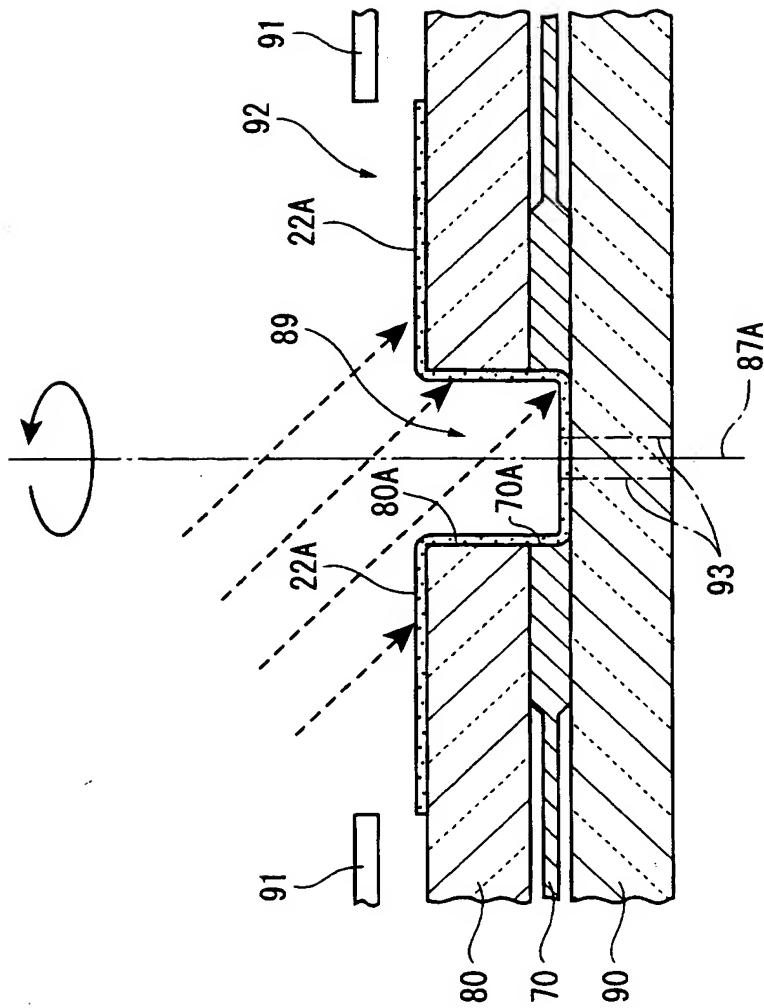
【図 5】



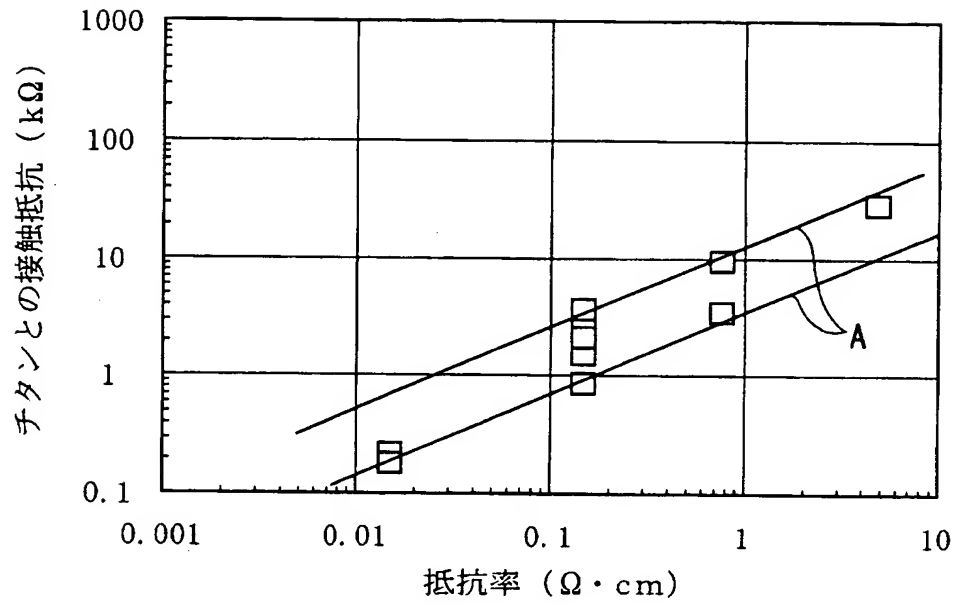
【図 6】



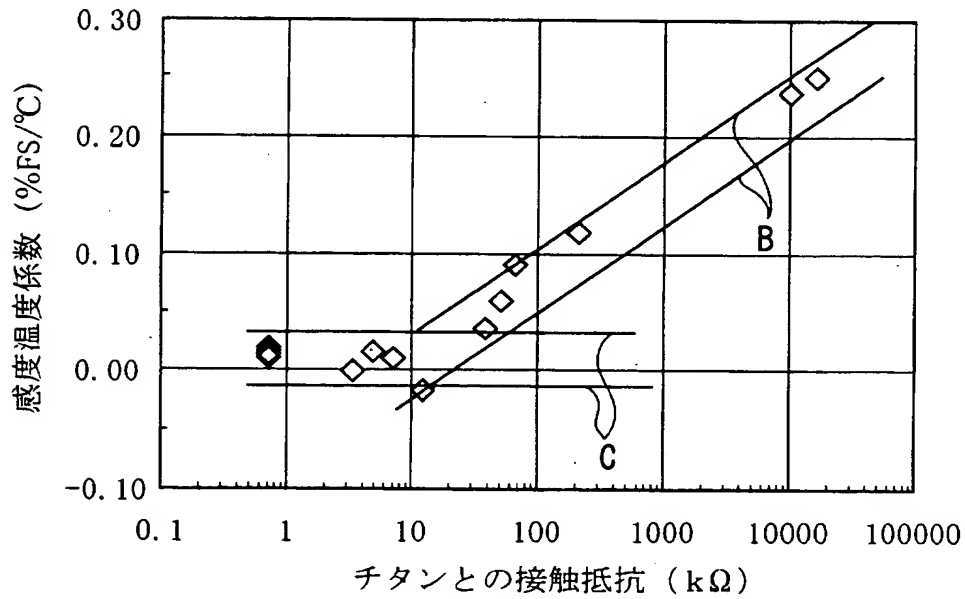
【図 7】



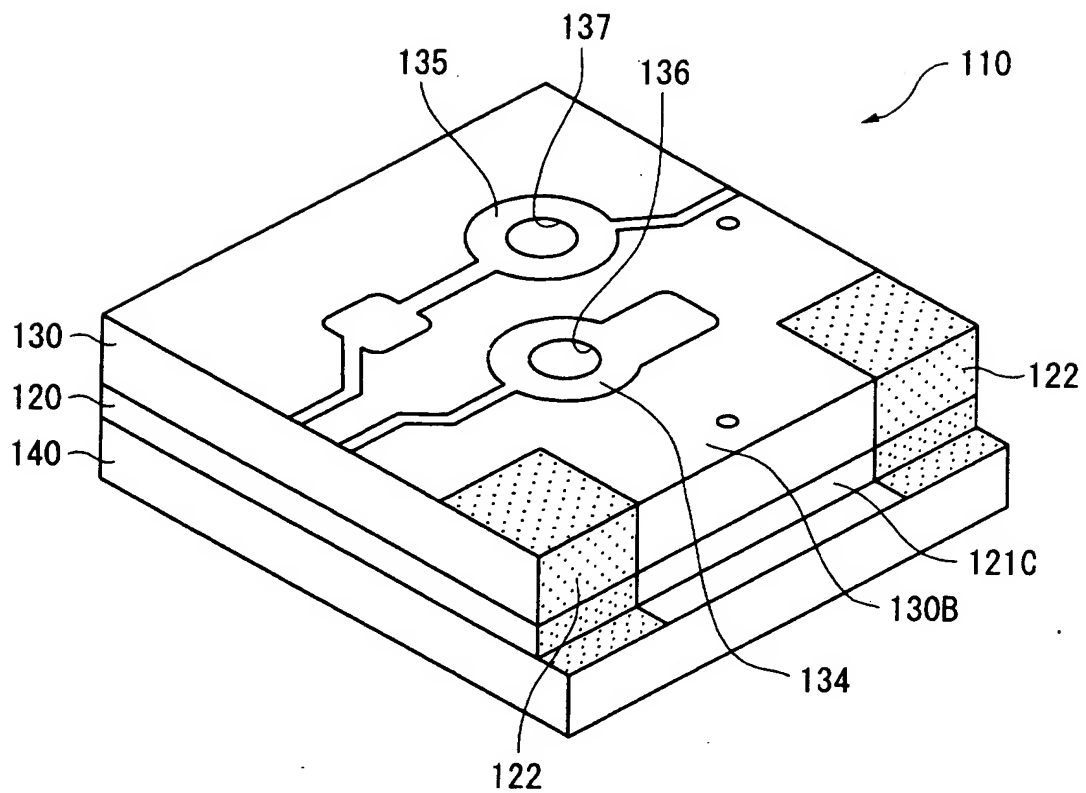
【図 8】



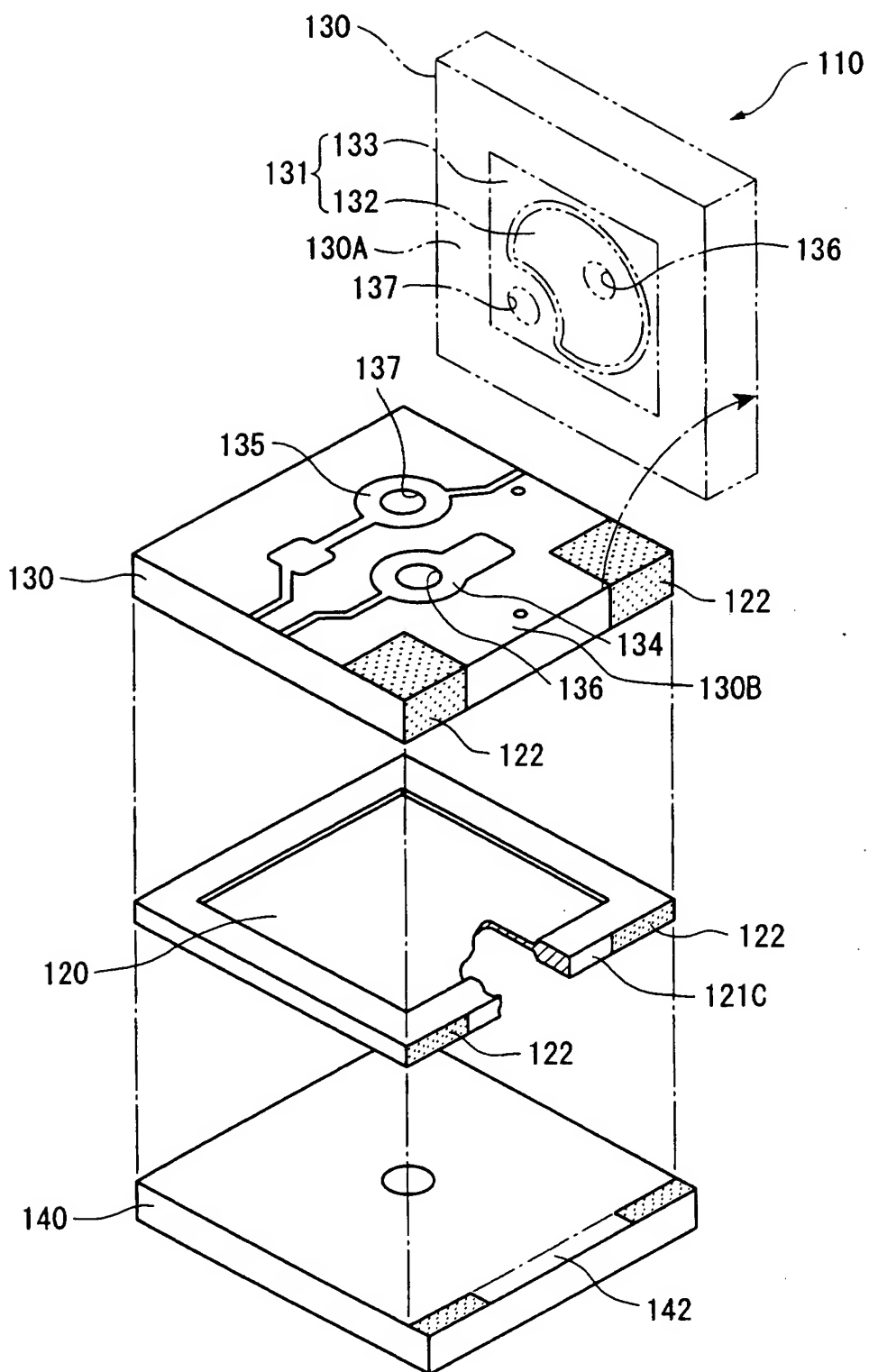
【図 9】



【図 1 0】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 腐食性ガスが存在するような状況下でも使用できかつ製造コストを低減できる変換器を提供すること。

【解決手段】 圧力センサ 1 0 は、検出面 3 0 A を有する上基板 3 0 と、この上基板 3 0 の検出面に空隙を介して設けられかつ上基板 3 0 に対して変位可能なダイヤフラム 2 0 と、上基板 3 0 の検出面 3 0 A に設けられた固定電極 3 2, 3 3 と、ダイヤフラム 2 0 に導通された第 1 の信号取出部 2 2 とを備え、第 1 の信号取出部 2 2 は、高耐食性を有するチタンで形成され、ダイヤフラム 2 0 は、抵抗値を下げる元素を含有させることにより抵抗率が $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とされた単結晶シリコンをドライエッチングすることにより形成されている。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000150707]

1. 変更年月日	1997年 9月 1日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都大田区東馬込1丁目30番4号
氏 名	長野計器株式会社